

ÉTUDE HISTO-ANATOMIQUE
DES COTYLÉDONS DE CERTAINES LÉGUMINEUSES
(*ONOBRYCHIS* ADANS., *CORONILLA* L., *TRIFOLIUM* L.)

par C. TOMA

RÉSUMÉ : L'auteur analyse la structure des cotylédons chez 34 espèces de Légumineuses (appartenant à 3 genres ; *Onobrychis* Adans., *Coronilla* L., *Trifolium* L.), avant et après la germination de la semence, jusqu'à leur verdissement et enfin leur chute. Parmi les caractères étudiés l'auteur mentionne nettement la structure de l'épiderme vu de face (qui diffère d'après dimensions, forme, contour des parois latérales, etc.); toutes les espèces étudiées ont des cotylédons amphistomatiques) et la structure du mésophylle (on fait les constatations suivantes : chez la semence en état de repos le mésophylle apparaît plus ou moins homogène, souvent d'aspect palissadique; pendant la sortie du cotylédon à la lumière, le mésophylle manifeste une tendance à la différenciation en tissu palissadique et tissu lacuneux). Chez certaines espèces des genres *Onobrychis* et *Coronilla* le mésophylle est de type plus ou moins inégal-équifacial, tandis que toutes les espèces de *Trifolium* ont un mésophylle de type dorsiventral.

* *

INTRODUCTION ET HISTORIQUE

Dans notre étude sur la morphologie des plantules des genres *Onobrychis*, *Coronilla* et *Trifolium* (16) nous avons mis en évidence certaines différences visibles et constantes dans la structure des cotylédons, concernant la forme générale du limbe, ses dimensions et celles du pétiole (cf. Tableau), le type de nervation, etc.

Dans cet article nous continuons cette analyse structurale en insistant sur les caractères de l'épiderme. La mise en évidence des particularités histo-anatomiques des cotylédons au niveau spécifique, peut apporter des critères diagnostiques et écologiques intéressants. L'étude anatomique des cotylédons présente également un intérêt dans l'explication de leur histogénèse; se développant non pas sur le cône végétatif, comme les feuilles, mais dans le proembryon, les cotylédons ont une structure anatomique spéciale, en particulier au niveau de l'épiderme.

Sur la morphologie des cotylédons de différentes plantes, il existe une riche littérature. Dans certains ouvrages les cotylédons sont étudiés

surtout en liaison avec les problèmes de systématique, phylogénie et embryologie; dans d'autres, du point de vue de leur fonction, de la biologie de leur développement et de la germination. Dans la première catégorie mentionnons les travaux de VASILITCHENKO (22), SEREBRIAKOW (13), COMPTON (2), ZACHAREVITCH (23), AUER (1), CSAPODY (3), etc.

Les données d'ordre anatomiques sur les cotylédons se trouvent tant dans des ouvrages assez anciens (4, 5, 7, 9, 11), ou plus récents (1, 14, 23).

Celles qui concernent la structure des cotylédons des *Leguminosae* sont encore peu nombreuses (5, 7, 9, 11, 14, 15) et restreintes à quelques espèces : *Arachis*, *Lupinus*, *Phaseolus*, *Pisum*, *Trigonella*, etc. Les études sur l'épiderme cotylédonaire sont relativement peu nombreuses (1, 15, 23) et concernent, le plus souvent, d'autres familles. Dans les ouvrages à caractère monographique (6, 8, 12) la structure du cotylédon est généralement étudiée dans la semence, sans poursuivre l'évolution jusqu'à la chute du cotylédon. Il résulte, de cette revue bibliographique, qu'il n'existe jusqu'à présent aucun travail sur l'anatomie comparée des cotylédons des trois genres que nous avons étudiés.

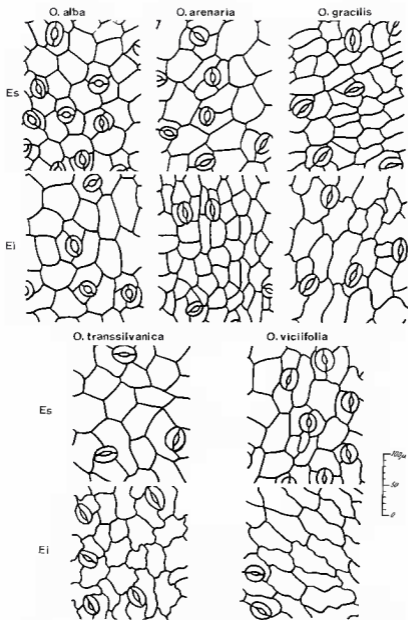
MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons analysé les cotylédons tant avant la germination de la semence qu'après, jusqu'à leur verdissement et ensuite à leur chute. Le matériel, provenant de 34 espèces (cf. Tableau), a été fixé et conservé dans l'alcool à 70°. Les coupes ont été effectuées sur les semences en état de repos (épaisseur, 7 μ) et sur des cotylédons fixés (épaisseur, 5-10 μ), provenant de plantules à différentes étapes de l'organogénèse. Les coupes (obtenues à l'aide du microtome Minot, à paraffine) proviennent de la portion médiane du limbe cotylédonaire. L'épiderme, qui se détache très difficilement des cotylédons, a été décrit d'après la méthode utilisée pour la description de l'épiderme foliaire (19). Les dessins (groupés en 11 planches) ont été exécutés au microscope L-Zeiss, à l'aide du miroir de projection (Projektionszeichenspiegel-VEB C. Zeiss, Jena); les dimensions des cotylédons et le nombre des éléments épidermiques ramené à l'unité de surface, sont rassemblés dans le tableau ci-après.

RÉSULTATS DES RECHERCHES

L'histoire du développement du cotylédon peut être divisée (5) en trois étapes : le développement jusqu'à la maturité, l'état de maturité ou la vie latente (état de repos), le développement depuis le moment où la semence entre en germination jusqu'à la chute du cotylédon.

Dans une étude anatomique, la fin de la germination (qui, d'après tous les auteurs (5), est le moment où ses substances de réserve sont épuisées et pendant lequel l'embryon vit du produit de son activité assimilatrice) ne doit pas signifier la fin de la recherche (comme il arrive souvent),



Pl. 1. — Épiderme des cotylédons vu de face chez différentes espèces d'*Onobrychis* : *Es*, épiderme supérieur; *Ei*, épiderme inférieur.

mais celle-ci doit être poursuivie jusqu'à la fin de l'existence du cotylédon. Dans ce travail, nous ne nous occupons pas de l'analyse des premiers âges de l'embryon (les premières divisions cellulaires qui ont pris place dans le sac embryonnaire), parce qu'ils ont été étudiés chez de nombreuses plantes, et qu'en règle générale, dans le cadre d'une même famille, les processus se déroulent d'une manière semblable. Nous ne traiterons pas non plus du développement du contenu cellulaire, parce qu'une telle étude a été déjà faite chez les Légumineuses même (5, 7, 14).

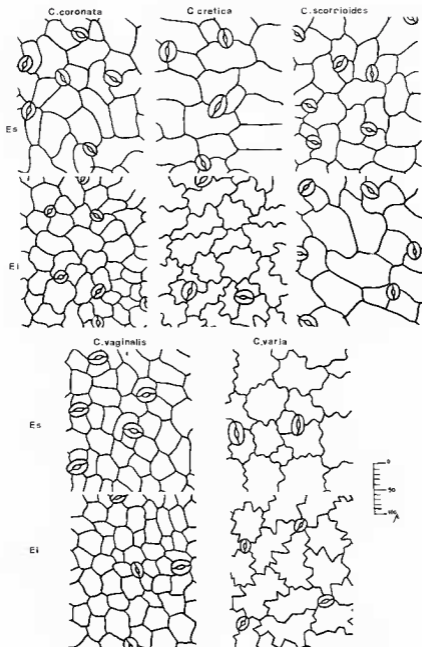
Chez les semences en état de repos, l'épiderme des cotylédons représente un tissu qui rappelle un méristème constitué par de petites cellules polygonales, isodiamétriques. Le contour des parois latérales (en plan) est le même (droit) sur les deux faces du cotylédon. La sinuosité du contour des cellules (vues de face), si fréquente chez celles de l'épiderme inférieur de certaines espèces et qui apparaît à l'époque de la germination, est absente dans ce stade. Dans quelques portions de l'épiderme s'esquissent les futurs complexes stomatiques. A ce stade (donc lorsque la semence se trouve en état de repos) les différences de configuration des cellules de l'épiderme des cotylédons de différentes espèces sont très petites ou même n'existent pas. On peut observer seulement une différence insignifiante dans les dimensions des cellules des deux épidermes.

Pendant la germination des semences, dans l'épiderme des cotylédons commence la division cellulaire et apparaissent les stomates (dans des cellules qui se comportent encore, dans les semences en état de repos, comme des cellules-mères des stomates). Les divisions cellulaires dans l'épiderme des cotylédons et la croissance des cellules se poursuivent jusqu'à la sortie des cotylédons à la surface du sol; en même temps, les fonctions des cotylédons sont : la photosynthèse et l'échange des gaz. Alors commence une puissante croissance de la surface du cotylédon, ce qui active aussi, à son tour, le développement de l'épiderme.

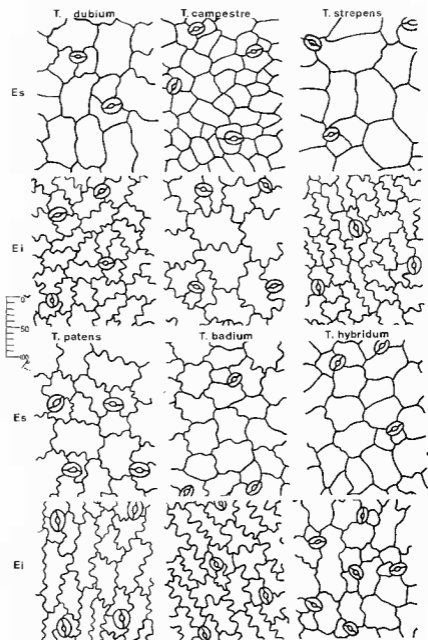
Nous ne nous référons ensuite qu'à l'image de l'épiderme des cotylédons issus à la surface du sol, donc après la germination.

1. ÉPIDERME VU DE FACE

Onobrychis Adans. (Pl. 1, Tableau) : Les cellules de l'épiderme (\pm semblables à celles de la feuille (17, 18) ont un contour polygonal sur les deux faces du cotylédon, les parois latérales modérément sinueuses ne se rencontrant que chez quelques espèces (*O. gracilis*, *O. transsylvanica*, *O. viciifolia*) et seulement sur la face inférieure. Les dimensions des cellules ne diffèrent pas sensiblement sur les deux faces du limbe cotylédonnaire, étant toutefois plus petites chez certaines espèces (*O. arenaria* — la face inférieure, *O. gracilis* — la face supérieure). Les cotylédons sont amphistomatiques, la densité des stomates par unité de surface (cf. Tableau) variant chez les espèces étudiées : la plus grande densité se rencontre chez *O. alba*, la moindre chez *O. viciifolia*. En ce qui concerne le nombre d'éléments



Pl. 2. — Épiderme des cotylédons vu de face chez différentes espèces de *Coronilla* : *Es*, épiderme supérieur; *Ei*, épiderme inférieur.



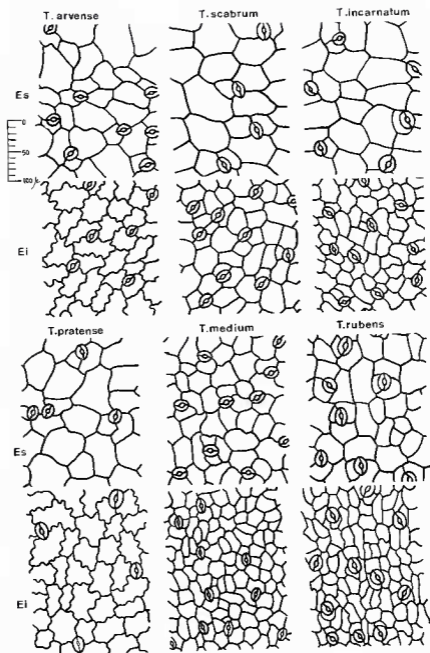
Pl. 3. — Épiderme des cotylédons vu de face chez différentes espèces de *Trifolium* : *Es*, épiderme supérieur; *Ei*, épiderme inférieur.

épidermiques par unité de surface (cf. Tableau), on constate que, en règle générale, l'épiderme inférieur a moins de cellules épidermiques et de stomates, seul *O. transsilvanica* faisant exception. Dans le même tableau on observe que le nombre de cellules par unité de surface est plus grand chez les espèces à grands cotylédons (*O. gracilis*, *O. arenaria*) et inversement.

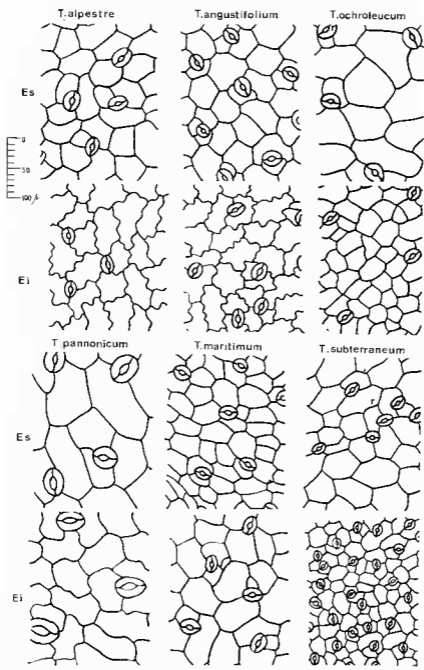
Coronilla L. (Pl. 2, Tableau) : Comme chez les espèces du genre analysé plus haut, chez *Coronilla* les cotylédons ont des cellules épidermiques à contour polygonal (\pm semblables à celles de la feuille (18, 21), à parois latérales \pm droites (planes); seulement chez *C. cretica* (dans l'épiderme inférieur) et *C. varia* (dans les 2 épidermes) les cellules ont les parois latérales sinueuses, l'amplitude des ondulations étant très grande chez la dernière espèce, où les parois latérales sont même pliées en zig-zag. Quant aux dimensions des cellules, on voit qu'il n'y a pas de variations très grandes; à la face supérieure des cotylédons, seul *C. vaginalis* se distingue par des cellules visiblement plus petites que chez les autres espèces; sur la face inférieure les cellules sont, en règle générale, quelque peu plus petites que sur la face opposée; à cela fait exception *C. scorpioides* qui a de très grandes cellules. Les cotylédons sont amphistomatiques, la densité des stomates par unité de surface étant moindre chez *C. cretica* et *C. varia*. En ce qui concerne le nombre de cellules épidermiques par unité de surface (cf. Tableau), la situation est inverse en comparaison de celle qui est décrite pour le genre *Onobrychis*: en règle générale, l'épiderme inférieur a des cellules nombreuses et plus petites, *C. scorpioides* faisant exception; chez *C. varia* (comme chez *Onobrychis vicifolia*), dans les deux épidermes les cellules ont \pm les mêmes dimensions. En rapportant le nombre de cellules épidermiques par unité de surface aux dimensions des cotylédons, nous observons que si chez *C. scorpioides* les cotylédons sont de beaucoup plus longs et larges que chez les autres espèces, le nombre de cellules est pourtant \pm semblable à celui des autres espèces, mais leurs dimensions sont très grandes (Pl. 2); *C. scorpioides* est, d'ailleurs, l'espèce qui a des cellules un peu plus nombreuses sur la face supérieure des cotylédons.

Trifolium L. (Pl. 3 - 6, Tableau) : A l'exception de *T. dubium*, *T. patens*, *T. repens* et \pm *T. resupinatum*, *T. campestre*, les cotylédons des espèces analysées ont l'épiderme supérieur formé par des cellules polygonales, à parois latérales droites (planes) ou très faiblement courbées. Au contraire, l'épiderme inférieur, chez la majorité des espèces étudiées, est constitué par des cellules à parois latérales sinueuses-ondulées, les ondulations étant d'une amplitude plus (*T. dubium*, *T. campestre*, *T. patens*, *T. repens*, *T. badium*, *T. hybridum*) ou moins (*T. strepens*, *T. pratense*, *T. pallescens*, *T. resupinatum*, *T. neglectum*, *T. striatum*, *T. alpestre*, *T. angustifolium*, *T. arvense*) grande, comme dans le cas de la feuille (18, 19).

Dans toutes les espèces de *Trifolium* étudiées ici, les cotylédons sont amphistomatiques, le nombre de stomates étant, en général, plus grand dans l'épiderme inférieur. La densité maximale de stomates se rencontre chez *T. subterraneum* (en particulier dans l'épiderme inférieur). En ce



Pl. 4. — Épiderme des cotylédons vu de face chez différentes espèces de *Trifolium* : *Es*, épiderme supérieur; *Ei*, épiderme inférieur.

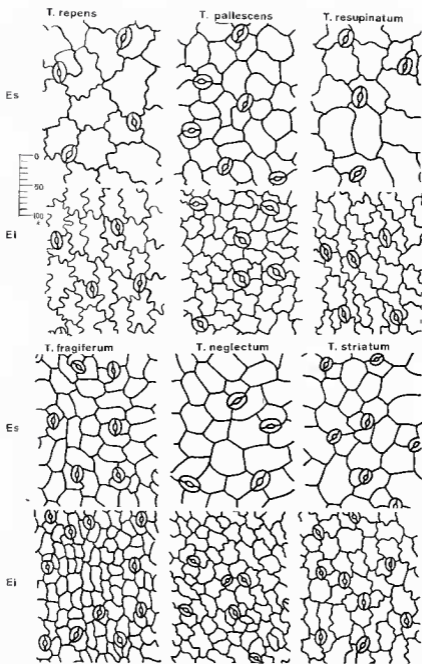


Pl. 5. — Épiderme des cotylédons vu de face chez différentes espèces de *Trifolium* : *Es*, épiderme supérieur; *Ei*, épiderme inférieur.

DIMENSIONS DES COTYLÉDONS ET NOMBRE D'ÉLÉMENTS ÉPIDERMiques

ESPÈCES	DIMENSIONS DES COTYLÉDONS (en mm)			NOMBRE D'ÉLÉMENTS ÉPIDERMiques ¹			
	Limbe		Pétiole	Épiderme supérieur		Épiderme inférieur	
	Lon- gueur	Lar- geur	Lon- gueur	Cellul. épider- miques	Sto- mates	Cellul. épider- miques	Sto- mates
1. <i>Onobrychis alba</i> (W. et K.) Desv.	7,50	5,00	—	89	20	76	16
2. <i>O. arenaria</i> (Kit.) DC.	9,00	6,25	—	107	11	61	8
3. <i>O. gracilis</i> Bess.	10,00	5,50	1,00	102	12	57	5
4. <i>O. transsylvanica</i> Simk.	7,25	4,25	—	59	7	77	12
5. <i>O. viciifolia</i> Scop.	8,75	5,25	—	54	11	52	3
6. <i>Coronilla coronata</i> L.	14,00	6,00	4,00	36	6	68	9
7. <i>C. cretica</i> L.	14,00	4,00	1,00	24	4	35	3
8. <i>C. scorpioides</i> (L.) Koch	23,50	5,25	1,00	37	8	25	6
9. <i>C. vaginalis</i> Lam.	11,00	5,00	1,00	60	7	85	4
10. <i>C. varia</i> L.	16,00	8,00	1,00	25	3	25	4
11. <i>Trifolium alpestre</i> L.	3,50	2,00	2,00	52	10	57	10
12. <i>T. angustifolium</i> L.	5,00	1,75	1,75	62	4	81	15
13. <i>T. arvense</i> L.	3,00	1,25	1,25	63	13	88	15
14. <i>T. badium</i> Schreb.	4,25	2,00	2,00	115	9	40	6
15. <i>T. campestre</i> Schreb.	3,75	1,50	1,50	68	12	57	11
16. <i>T. dubium</i> Sibth.	4,00	1,75	1,75	40	8	68	10
17. <i>T. fragiferum</i> L.	4,75	2,50	2,50	86	13	194	17
18. <i>T. hybridum</i> L.	3,50	2,50	2,50	31	6	79	5
19. <i>T. incarnatum</i> L.	8,00	4,50	4,50	59	12	156	22
20. <i>T. maritimum</i> Huds.	5,00	1,00	1,00	106	13	50	9
21. <i>T. medium</i> L.	2,00	1,00	1,00	91	16	238	27
22. <i>T. neglectum</i> C.A.M.	4,00	2,50	2,50	59	8	187	16
23. <i>T. ochroleucum</i> Huds.	6,00	2,00	2,00	29	5	187	6
24. <i>T. pallescens</i> Schreb.	3,25	2,00	2,00	75	11	131	12
25. <i>T. pannonicum</i> Jacq.	6,50	1,75	1,75	20	5	44	6
26. <i>T. patens</i> Schreb.	6,00	3,00	3,00	38	5	66	8
27. <i>T. pratense</i> L.	5,50	7,00	7,00	48	7	76	6
28. <i>T. repens</i> L.	4,25	2,00	2,00	29	6	55	8
29. <i>T. resupinatum</i> L.	4,75	3,00	3,00	30	8	93	13
30. <i>T. rubens</i> L.	4,50	3,00	3,00	85	15	203	20
31. <i>T. scabrum</i> L.	3,25	1,00	1,00	50	9	92	15
32. <i>T. strepens</i> Cr.	3,25	0,50	0,50	52	8	50	8
33. <i>T. striatum</i> L.	4,75	1,00	1,00	40	9	93	18
34. <i>T. subterraneum</i> L.	8,75	9,25	9,25	59	10	193	58

1. Par unité de surface : champ microscopique (au microscope L-Zeiss) : oc. 10 × ob. 40, c'est-à-dire S = 0,0941 mm².



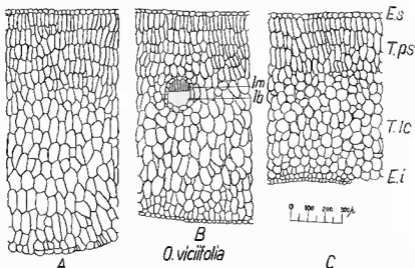
Pl. 6. — Épiderme des cotylédons vu de face chez différentes espèces de *Trifolium* : Es, épiderme supérieur; Ei, épiderme inférieur.

qui concerne le nombre et les dimensions des éléments épidermiques (cf. Tableau), nous relevons les faits suivants : chez *T. alpestre*, *T. strepens* et \pm *T. campestre* les cellules épidermiques sont, en dimensions et nombre, semblables dans les deux épidermes. Parmi les 24 espèces que nous avons analysées, seuls *T. badium*, *T. maritimum* (moins chez *T. campestre* et *T. strepens*) ont des cellules plus nombreuses et plus petites sur la face supérieure des cotylédons; dans toutes les autres espèces, il y a davantage de cellules à la face inférieure des cotylédons et, corrélativement, plus de petites cellules par unité de surface (en particulier chez *T. neglectum*, *T. ochroleucum*, *T. resupinatum*, *T. rubens*, *T. subterraneum* et, moins, chez *T. medium*). Le nombre de stomates est, en général, toujours plus grand sur la face inférieure des cotylédons (en particulier chez *T. angustifolium*, *T. incarnatum*, *T. medium*, *T. neglectum*). Un cas particulier est celui de *T. subterraneum*, chez lequel le nombre de stomates de l'épiderme inférieur est presque 6 fois plus grand que celui de l'épiderme opposé; le même cas — mais concernant cette fois le nombre de cellules épidermiques par unité de surface — s'observe aussi chez *T. ochroleucum*, fait qui distingue nettement cette espèce de *T. pannonicum*, avec laquelle, du point de vue morphologique, elle présente beaucoup de ressemblances. De ce point de vue, nous ne trouvons presque aucune différence entre *T. campestre* et *T. strepens*, espèces qui, elles aussi, se distinguent difficilement d'après les caractères morphologiques externes. Parmi les espèces que nous avons étudiées, *T. rubens* et en particulier *T. medium* ont le plus grand nombre de cellules épidermiques par unité de surface, en considérant ensemble les deux épidermes; chez la dernière espèce les cellules se caractérisent par leurs très petites dimensions.

2. COUPE TRANSVERSALE DU COTYLÉDON

Onobrychis Adans. (Pl. 7, 8) : Aussi longtemps qu'il se trouve dans la semence (Pl. 7, A; 8, B) le mésophylle du cotylédon apparaît \pm homogène, à cellules polygonales riches en petits granules d'amidon, faiblement allongés perpendiculairement aux deux épidermes, en particulier au supérieur, où les cellules forment un tissu palissadique typique. A ce stade, il n'y a pas d'espaces aérifères entre les cellules.

A la sortie du cotylédon à la lumière (Pl. 8, B) le mésophylle manifeste une tendance de différenciation en tissu palissadique et tissu lacuneux, des espaces aérifères étant visibles parmi les cellules du dernier. A mesure que les substances nutritives des cellules se consomment (pour les nécessités de la croissance de la plantule), l'épaisseur du cotylédon se réduit elle-même graduellement. Dans le cotylédon déjà foliacé, vert, assimilateur (Pl. 7, C) l'épaisseur du mésophylle est visiblement réduite en comparaison de celle du cotylédon compris dans la semence; la structure du cotylédon, à ce stade de développement, ressemble beaucoup à celle de la feuille (17); les deux tissus, palissadique et lacuneux, s'y distinguent nettement, le dernier occupant environ deux tiers de l'épaisseur du mésophylle;



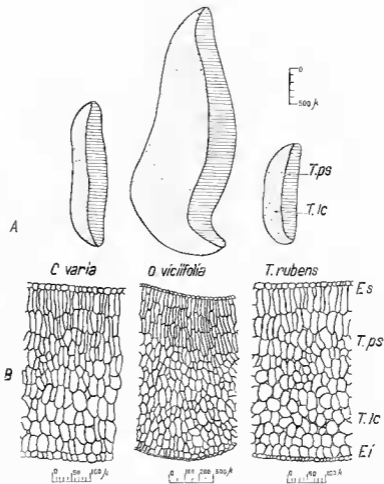
Pl. 7. — Coupes transversales du cotylédon d'*Onobrychis viciifolia* : A, semence en état de repos; B, sorti à la lumière; C, vert (avant sa chute). — E. s, épiderme supérieur; T. ps, tissu palissadique; T. lc, tissu lacuneux; lm, bois; lb, liber; E. i, épiderme inférieur.

entre les cellules des deux tissus se trouvent de grands espaces aérifères.

Le tissu palissadique est formé par 3-4 couches de hautes cellules, perpendiculaires à l'épiderme supérieur, riches en chloroplastes. Le tissu lacuneux est représenté par 10-15 couches de cellules \pm isodiamétriques, arrondies, plus pauvres en chloroplastes et ayant des espaces aérifères plus grands. Les nervures (avec des faisceaux vasculaires) ne font jamais saillie au-dessus du niveau de l'épiderme; la nervure médiane est un peu plus grande, tandis que de chaque côté se trouvent 4-8 nervures plus petites, disposées symétriquement, la forme générale de la coupe transversale du cotylédon étant, elle, asymétrique (Pl. 8, A). La nervure médiane est la seule où le bois possède plusieurs vaisseaux, tandis que dans les petites, ceux-ci sont rares ou font défaut, les faisceaux étant réduits souvent seulement aux éléments du liber.

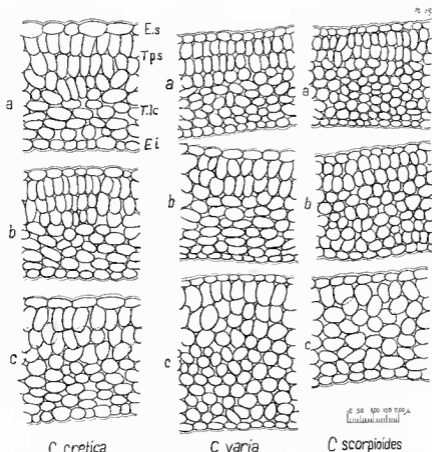
Les espèces d'*Onobrychis* étudiées diffèrent entre elles par les dimensions des cellules épidermiques, la fréquence des stomates dans les deux épidermes, le nombre des couches de cellules dans les deux catégories de tissus composant le mésophylle et les dimensions des cellules respectives — donc par l'épaisseur générale des cotylédons, le nombre et l'épaisseur des nervures, la forme générale de la coupe transversale du cotylédon, etc. Cette constatation est mise aussi en relation avec les dimensions des cotylédons (Tableau), qui chez *O. gracilis* sont visiblement plus grandes que chez les autres espèces que nous avons analysées.

Coronilla L. (Pl. 8, 9) : Le cotylédon de la semence (avant la déchirure du tégument) est formé (Pl. 8, B) de cellules polygones, sans espaces



Pl. 8. — Coupes transversales du cotylédon de *Onobrychis*, *Coronilla* et *Trifolium* (seulement de la semence en état de repos) ; A, schémas ; B, détails. — *Es*, épiderme supérieur ; *Ei*, épiderme inférieur ; *T. ps*, tissu palissadique ; *T. lc*, tissu lacuneux.

aérijfères entre elles, allongées perpendiculairement aux deux épidermes ; sous l'épiderme supérieur les cellules sont de beaucoup plus hautes et étroites (le rapport : hauteur/largeur = 7/1), formant un tissu palissadique typique qui occupe approximativement la moitié de l'épaisseur du mésophylle. Une fois apparü à la lumière et devenu foliacé, vert, le cotylédon présente une structure semblable à celle de la feuille (21), le mésophylle étant nettement différencié en tissu palissadique et tissu lacuneux (Pl. 9) ; les cellules ont entre elles des espaces aérijfères, tandis que celles du tissu palissadique sont relativement courtes. Bien que petites, les différences de



Pl. 9. — Coupes transversales du cotylédon vert, chez les différentes espèces de *Coronilla* : a, b, c, différents stades du cotylédon.

structure sont pourtant visibles dans les cotylédons aux différents stades du développement (Pl. 9, a, b, c); dans le jeune cotylédon, le tissu palissadique est formé par quelques couches de cellules (Pl. 9, a), présentant, avant la chute, à peine une seule couche de cellules courtes et larges (Pl. 9, c).

Les diverses espèces que nous avons analysées diffèrent entre elles par l'épaisseur générale des cotylédons, le nombre des couches de cellules palissadiques, la hauteur de celles-ci, le nombre, l'épaisseur et la disposition des nervures, etc. Dans toutes les espèces, le cotylédon a une structure bifaciale-dorsiventrale (chez *C. scorpioides* s'esquisse quelquefois aussi une couche palissadique sous l'épiderme inférieur) et les nervures ne font pas saillie au-dessus de l'épiderme (à l'exception de *C. varia*, où la nervure

médiane présente une faible saillie à la face inférieure du cotylédon, entourée d'une gaine parenchymatique incolore).

Trifolium L. (Pl. 8, 10, 11) : Déjà dans la semence, le cotylédon a une structure bifaciale-dorsiventrale, à tissu palissadique en 3-4 couches; certaines cellules du tissu lacuneux (en particulier celles situées sous l'épiderme inférieur) sont légèrement allongées en direction de l'épiderme; les cellules (riches en granules d'amidon) laissent déjà place aux espaces aérifères.

Pour les 24 espèces de *Trifolium* étudiées, nous ne donnons les dessins que pour 12 d'entre elles, où l'on voit les principales différences existant dans la structure des cotylédons.

L'épiderme a des cellules de la même forme et la même structure sur les deux faces du cotylédon (*T. subterraneum*, *T. hybridum*, *T. campestre*, *T. fragiferum*), ou celles de la face supérieure sont plus grandes. Les cellules épidermiques peuvent être très petites (*T. dubium*, *T. fragiferum*, *T. incarnatum*, *T. pratense*, ± chez *T. repens*, *T. rubens*, *T. subterraneum*), petites (*T. hybridum*, *T. medium*, ± chez *T. ochroleucum*) ou relativement plus grandes (*T. campestre*, *T. pannonicum*); les dimensions différentes des cellules doivent être rapportées, sans doute, aussi à l'épaisseur générale du cotylédon.

Quant à l'aspect général des cotylédons, nous soulignerons le fait que chez *T. incarnatum* et *T. ochroleucum* les cotylédons sont très épais, tandis que chez *T. subterraneum* (et moins chez *T. pratense*) ils sont très larges (voir aussi le tableau).

En ce qui concerne le mésophylle (qui est toujours différencié en tissu palissadique et tissu lacuneux, comme chez la feuille (20), les variations se réfèrent au nombre de couches de chaque tissu. Le tissu palissadique : 2 couches (*T. campestre*, *T. repens*), 3 couches (cellules basses ; *T. hybridum*; cellules ± hautes : *T. pannonicum*, *T. fragiferum*, *T. pratense*, *T. medium*, ± *T. rubens*), 4 couches (*T. incarnatum*, *T. subterraneum*, *T. ochroleucum*, ± *T. dubium*). Dans sa totalité, ce tissu occupe la moitié de l'épaisseur du mésophylle seulement chez quelques espèces (*T. incarnatum*, *T. ochroleucum*, *T. repens*, *T. dubium*); chez les autres espèces le tissu lacuneux domine quantitativement. Le tissu lacuneux : 4-5 couches (*T. campestre*, *T. dubium*, *T. ochroleucum*), 5-7 couches (*T. fragiferum*, *T. hybridum*, *T. incarnatum*, *T. medium*, *T. pannonicum*), 6-8 couches (*T. subterraneum*, *T. pratense*, *T. rubens*).

Chez quelques espèces s'esquisse aussi un tissu palissadique sous l'épiderme inférieur, représenté par 1 (*T. pannonicum*, *T. ochroleucum*, etc.), 2 (*T. incarnatum*) couches de cellules courtes, mais orientées perpendiculairement à l'épiderme.

En ce qui concerne le nombre et les dimensions des faisceaux vasculaires (les nervures), on observe des variations très grandes, liées souvent directement à la forme (16) et aux dimensions des cotylédons (Tableau) : 1 (rarement 2 latéraux extrêmement petits : *T. dubium*), 3 (*T. campestre*), 5 (*T. pannonicum*, *T. repens*), 6 égaux (*T. fragiferum*) ou de différentes

dimensions (*T. ochroleucum*, *T. pratense*), 8 de différentes dimensions (*T. hybridum*, *T. rubens*, *T. medium*), 13 de différentes dimensions (*T. incarnatum*), 16-17 de différentes dimensions (*T. subterraneum*). Le plus souvent, le faisceau médian est plus épais, mais il n'est jamais saillant au-dessus de l'épiderme. Comme dans le cas des deux autres genres analysés, les grands faisceaux sont de type collatéral, les petits faisceaux ne contenant que des éléments de liber; chez toutes les espèces, les faisceaux vasculaires sont entourés d'une gaine parenchymatique incolore.

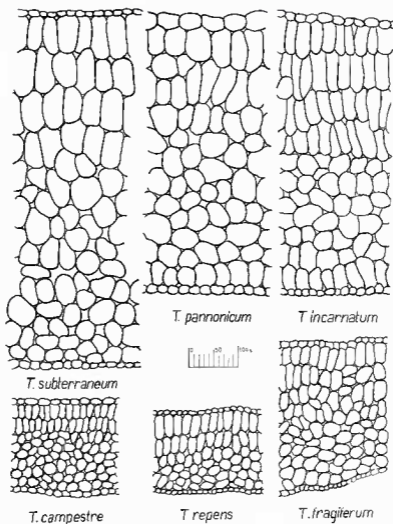
DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS

L'épiderme des cotylédons se différencie déjà dans la semence, pendant la formation de l'embryon. Chez les semences en état de repos toutes les cellules épidermiques des cotylédons ont le caractère méristématique; à ce stade, seules les cellules-mères des stomates sont visibles. Pendant la germination de la semence, dans l'épiderme des cotylédons se différencient tant les cellules épidermiques, que les stomates.

Le plus souvent, les cellules des deux faces du cotylédon diffèrent entre elles par les dimensions, forme, contour des parois latérales; en règle générale, les cellules de l'épiderme inférieur sont plus grandes (à l'exception des espèces de *Coronilla*) et ont des parois latérales ondulées. Un petit nombre des espèces étudiées a des cellules épidermiques à parois latérales planes (*Onobrychis alba*, *O. arenaria*, *Coronilla vaginalis*, *C. scorpioides*, *Trifolium fragiferum*, *T. medium*, *T. neglectum*, *T. scabrum*, *T. subterraneum*, *T. maritimum*, *T. rubens*) ou, au contraire, ondulées sur les deux faces du cotylédon (*Coronilla varia*, *Trifolium dubium*, *T. patens*, *T. repens*, etc.). Toutes les espèces que nous avons analysées ont des cotylédons amphistomatiques, la densité des stomates étant, en général, plus grande soit dans l'épiderme supérieur (*Onobrychis*), soit dans l'épiderme inférieur (*Trifolium*). On remarque particulièrement *T. subterraneum*, chez lequel le nombre de stomates de l'épiderme inférieur est presque 6 fois plus grand que dans l'épiderme supérieur; la même remarque — mais concernant le nombre de cellules épidermiques par unité de surface — peut être faite pour *T. ochroleucum*.

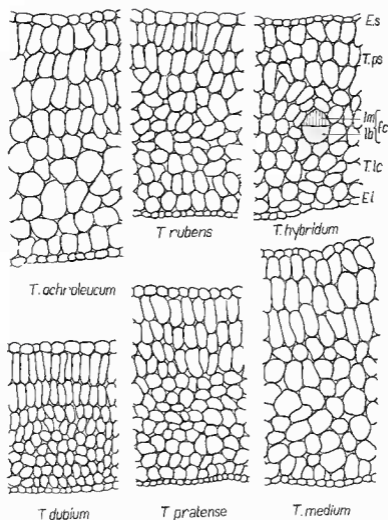
Parmi les espèces étudiées, *T. rubens* et en particulier *T. medium* ont le plus grand nombre de cellules épidermiques par unité de surface, si l'on considère ensemble les deux épidermes, les cellules de *T. medium* étant aussi caractérisées par des dimensions très petites.

De l'analyse de l'épiderme vu de face, chez les espèces des trois genres étudiés, il résulte qu'il existe une série de particularités de structure, d'après lesquelles les espèces appartenant à un même genre peuvent être distinguées les unes des autres : la forme générale des cellules, le contour des parois latérales et, en particulier, les dimensions et le nombre de cellules épidermiques et de stomates par unité de surface.



Pl. 10. — Coupes transversales du cotylédon vert, chez différentes espèces de *Trifolium*.

En ce qui concerne la structure du mésophylle, on fait les constatations suivantes : chez la semence en état de repos, le mésophylle du cotylédon apparaît \pm homogène, souvent d'aspect palissadique (aucun des ouvrages spécialisés consultés ne parle de structure palissadique du mésophylle du cotylédon de la semence en état de repos); avec l'apparition du cotylédon à la lumière, le mésophylle manifeste une tendance à la différenciation en tissu palissadique et tissu lacuneux. Chez certaines espèces des genres *Onobrychis* et *Coronilla* le mésophylle est de type \pm inégal-équifacial



Pl. 11. — Coupes transversales du cotylédon vert, chez différentes espèces de *Trifolium* : *Es*, épiderme supérieur; *Ei*, épiderme inférieur; *T. ps*, tissu palissadique; *T. lc*, tissu lacuneux; *lm*, bois; *lb*, liber; *fc*, faisceaux libéro-ligneux.

(isolatéral), tandis que toutes les espèces de *Trifolium* ont le mésophylle de type dorsiventral.

En ce qui concerne le nombre et les dimensions des faisceaux vasculaires (nervures) on observe de très grandes variations, en liaison souvent avec la forme et les dimensions des cotylédons.

Par conséquent, les espèces de *Leguminosae* étudiées dans ce travail diffèrent entre elles par les dimensions des cellules épidermiques, la fré-

quence des stomates dans les deux épidermes, le nombre de couches de cellules dans les deux catégories de tissus composant le mésophylle et par les dimensions des cellules respectives — donc par l'épaisseur générale des cotylédons, le nombre et l'épaisseur des nervures, la forme générale de la coupe transversale du cotylédon.

Ces 34 espèces de Légumineuses : 5 *Onobrychis*, 5 *Coronilla* et 24 *Trifolium* (Tableau, Pl. 1-11) sont toutes présentes dans la flore spontanée de la Roumanie.

L'étude complète de la structure de la racine, de la tige, de la feuille, des stipules et des cotylédons, que nous avons faites sur ces trois genres de *Leguminosæ* (16-21) apporte donc de nombreux caractères qui, s'ajoutant à ceux de la morphologie externe, permettent de distinguer les espèces plus facilement.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUER, S. — Untersuchungen zur Epidermis-Entwicklung an Keimblättern von *Pulsatilla vulgaris*, Zeitschr. f. Bot., 50 (2) : 128-153 (1962).
2. COMPTON, R. H. — An investigation of the seedling structure in the *Leguminosæ*, Journ. Linn. Soc., Bot. 41 : 1-122 (1912).
3. CSAPODY VERA. — Keimlingsbestimmungsbuch der Dikotyledonen, Akadémiai Kiado, Budapest (1968).
4. DOSE, W. — Beiträge zur Anatomie der Kotyledonen und Primärblätter, Inaug.-Diss., Göttingen (1914).
5. GODFRIN, J. — Recherches sur l'anatomie comparée des cotylédons et de l'albumen, Ann. Sci. Nat., Bot., ser. 6, 19 : 5-158 (1884).
6. LINSBAUER, K. — Die Epidermis, in K. LINSBAUER : Handbuch der Pflanzenanatomie, 4 (2) (1930).
7. MAIGE, A. — Observations sur l'amylogénèse dans les cotylédons du Pois, C.R. Acad. Sci. Paris 183 : 669-671 (1926).
8. METCALFE, C. R. & CHALK, L. — Anatomy of the Dicotyledons, Oxford, (1950).
9. MULLER, C. — La tige feuillée et les cotylédons des Viciées à germination hypogée, La Cellule 46 : 195-354 (1937).
10. NYÁRÁDY, A. & NYÁRÁDY, I. E. — *Leguminosæ*, in Flora R. P. Române 5, Bucuresti (1957).
11. RAMALEY, Fr. — The cotyledons and leaves of certain *Papilionaceæ*, Univ. Color. Stud. 1 : 239-243 (1933) (cf. Bot. Ctbl. 93, 1903).
12. SCHNARF, K. — Vergleichende Embryologie der Angiospermen, in K. LINSBAUER : Handbuch der Pflanzenanatomie 2 (10) (1929).
13. SEREBREKOV, I. G. — Morfologhia vechetativnih organov vissih rastenij, Izd. «Sovetskaia nauka», Moskva (1952).
14. SMITH, D. L. & FLINN, M. A. — Histochemistry of the cotyledons of *Pisum arvense* L. during germination, Planta 74 (1) : 72-85 (1967).
15. TEODORESCU, E. — Aparitia si dezvoltarea stomatelor pe cotiledoanele de leguminoase (*Lupinus albus* L.) (Rezumatul Tezei de doctorat), Cluj (1973).
16. TOMA, C. — Contributii la studiul morfologiei comparate a plantulelor de leguminoase (*Trifolium* L., *Coronilla* L., *Onobrychis* Adans.), An. st. Univ. Iasi, sect. 2 a, 12 (1) : 27-40 (1966).
17. — Recherches d'histo-anatomie comparée sur les espèces d'*Onobrychis* Adans. qui vivent en Roumanie. I. La feuille. 1. Le limbe, Lucr. ses. st. a Stat. de cercet. marine « Prof. Ioan Borcea » Agiea (1-2 noiembrie 1966), Iasi : 137-149 (1968).
18. — Cercetări de morfologie si histo-anatomie la unele *Leguminosæ* (*Onobrychis* Adans., *Coronilla* L., *Trifolium* L.) (Rezumatul Tezei de doctorat), Bucuresti (1969).

19. — Studiul epidermei frunzelor la genul *Trifolium* L. din flora României, An. st. Univ. Iasi, sect. 2 a, **15** : 41-47 (1969).
20. — Cercetări de histo-anatomie comparată la speciile de *Trifolium* L. din flora României. I. Frunza. I. Limbul, An. st. Univ. Iasi, sect. 2a, **15** (2) : 279-283 (1969).
21. — Cercetări de histo-anatomie comparată la speciile de *Coronilla* L. ce cresc în România. I. Frunza. I. Limbul, Comunic. de bot. ale Soc. st. biol. din R. S. România, **10** : 63-71 (1969).
22. VASILCENKO, T. I. — Morfologia prorastania sem, bobovîh (*Leguminosæ*) v sveazi s ih sistema- tikoi i filogheniei, Trudî bot. in-ta im. V. L. Komarova AN SSSR, ser. I, **4** : 347-425 (1937).
23. ZAHAREVICI, F. S. — Osobennosti stroenia i sravnitelno-anatomiceskaia harakteristika epidermi semeadolei nekotoryh vidov i sortov kapustî (*Brassica* L.), Trudî po prikl. bot., ghenet. i selekt. **32** (3) : 193-213 (1959).

Laboratoire d'anatomie végétale
Université « Al I. Cuza »,
JASSY-ROUMANIE.